

50

Int. Cl. 3:

C 08 F 110/02

51 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 29 23 206 A 1

11

Offenlegungsschrift 29 23 206

12

Aktenzeichen:

P 29 23 206.2-44

13

Anmeldetag:

8. 6. 79

14

Offenlegungstag:

11. 12. 80

15

Unionspriorität:

22 23 24

—

16

Bezeichnung:

Verfahren zur Herstellung von Polyethylenwachsen

17

Anmelder:

Chemische Werke H&B AG, 4370 Marl

18

Erfinder:

Häußle, Peter, Dr. Chem., 4356 Haltern

19

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-OS 20 62 336

DE 29 23 206 A 1

Patentanspruch:

- (1) Verfahren zur Herstellung von Polyethylenwachsen, dadurch gekennzeichnet,
- 5 daß man Ethylen in einem Lösemittelgemisch aus einem aromatischen Kohlenwasserstoff und einem hydroxylgruppenhaltigen Solvens bei einer Temperatur von 50 bis 100 °C und einem Druck von 0,7 bis 350 bar Überdruck mit Hilfe eines Katalysators, bestehend aus a) einer
- 10 nullwertigen Nickelverbindung und b) einem Addukt und/oder Gemisch aus einer chinoiden Verbindung und einem tertiären Phosphin polymerisiert.

fr

CHEMISCHE WERKE HÜLS AG

O.Z. 3539

- RSP PATENTE -

Verfahren zur Herstellung von Polyethylenwachsen

Polyethylenwachse können z. B. hergestellt werden durch eine modifizierte Polyethylensynthese nach Ziegler (DE-PS 16 45 411) bei 130 bis 240 °C oder durch thermischen Abbau von hochmolekularem Polyethylen bei 350 bis 500 °C
5 (DE-AS 19 40 686). Nachteilig ist die hohe Temperatur, die Nebenreaktionen wie Wasserstoffabspaltung, Isomerisierung und Kohlenstoffgerüst-Umlagerung begünstigt. Für Derivatisierungen wie z. B. die Oxidation erwünscht sind aber Wachse von linearer α -Olefinstruktur, da sie
10 rascher und eindeutiger als andere Olefinarten reagieren [Erdöl u. Kohle-Erdgas-Petrochemie, Brennstoffchemie 27, 96 (1974)].

Es gibt auch Verfahren zur Herstellung von Polyethylen mittels Katalysatoren aus Nickel(0)-verbindungen und
15 Phosphinalkyl- bzw. -acylmethylen-Komplexen.

Nach dem Verfahren der DE-OS 20 62 336 erhält man bei der Ethylenoligomerisierung mit z. B. Bis-(cycloocta-
20 dien)-nickel(0)/Triphenylphosphinacetylmethylen bei 55 °C in Benzol Polyethylenwachse vom linearen α -Olefintyp im Gemisch mit 50 % flüssigen linearen α -Olefinen.

25 Gemäß dem Verfahren der US-PS 2 998 416 werden Phosphorylene in Kombination mit Übergangsmetallen zur Erzeugung

von hochmolekularen kristallinen Polymeren, wie z. B. Polyethylen, eingesetzt.

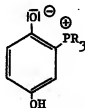
- Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es nun, Polyethylenwachse, vornehmlich Polyethylenhartwachse, vom linearen α -Olefinotyp bei relativ niedrigen Temperaturen ohne wesentliche Anteile flüssiger niedermolekularer Olefine zu gewinnen.
- 5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß man Ethylen in einem Lösemittelgemisch aus einem aromatischen Kohlenwasserstoff und einem hydroxylgruppenhaltigen Solvens bei einer Temperatur von 50 bis 100 °C und einem Druck von 0,7 bis 350 bar Überdruck mit Hilfe eines
- 15 Katalysators, bestehend aus a) einer nullwertigen Nickelverbindung und b) einem Addukt und/oder Gemisch aus einer chinoiden Verbindung und einem tertiären Phosphin polymerisiert.
- 20 Die Addukte aus einem o- oder p-Chinon und einem tertiären Phosphin, sog. "Schönberg-Addukte" haben die Struktur I bzw. II

25

(I)



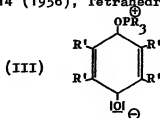
(II)



- und werden nach bekannten Verfahren in einfacher Weise durch Zusammengeben der Komponenten in Lösemitteln wie
- 30 Aceton, Methanol, Benzol oder Ether erzeugt [z. B. Chem. Ber. 91, 58 (1958), DE-PS 25 27 117, DE-OS 25 59 611, Tetrahedron 22, 2203 (1966), J. Amer. Chem. Soc. 78, 5614 (1956), Liebigs Ann. Chem. 591, 69 (1955)].
- 35 Als Chinone können z. B. eingesetzt werden 1.4- und 1.2-Benzochinon und 1.4- und 1.2-Naphthochinon, ferner kohlenstoffanaloge Chinone wie z. B. Tetracyano-p-chinodimethan. Als tertiäre Phosphine kommen substituierte und

- 5 unsubstituierte Trialkyl- und Triarylphosphine infrage, wie z. B. Tributylphosphin, Triisopropylphosphin, Tri-cyclohexylphosphin, Triphenylphosphin, Trishydroxymethylphosphin und Tris-2-cyanoethylphosphin. Setzt man substituierte Chinone wie Choranil (Tetrachlor-1.4-benzochinon) und Tetramethoxi-1.4-benzochinon ein, so erhält man Addukte der Struktur III mit $R' = Cl, OCH_3$ [J. Amer. Chem. Soc. 78, 5614 (1956), Tetrahedron 22, 637 (1966)]:

10



- 15 Es ist nicht erforderlich, die Addukte separat zu synthetisieren. Man kann genausogut die Komponenten vor der Ethylenpolymerisation im molaren Verhältnis 1 : 5 bis 5 : 1, vorzugsweise 1 : 1, im Reaktionsmedium zusammengeben ("in situ"-Arbeitsweise). Obwohl aus 9.10-Anthra-
- 20 zugänglich ist [Chem. Ber. 91, 58 (1958)], kann es mit der "in situ"-Technik erfolgreich für die Wachserzeugung eingesetzt werden.

- 25 Als Übergangsmetallkomponente dienen nullwertige Nickelverbindungen, wie z. B. Bis-(cyclooctadien)-nickel(0) = $Ni(COD)_2$, Bis-(cyclooctatetraen)-nickel(0), Bis-(1.3.7-octatrien)-nickel(0), Bis- π -allylnickel, Bis- π -methallylnickel und Bis- π -crotylnickel.

- 30 Die Olefin-Nickel-Katalysatorkomponente und die Phosphin/Chinon-Komponenten werden im allgemeinen in einem Molverhältnis von 0,5 : 1 bis 5 : 1, bezogen auf das Phosphin, vorzugsweise 1 : 1, eingesetzt.

- 35 Der Nickel-Phosphin/Chinon-Katalysator wird zweckmäßigerweise in einem Verdünnungsmittel vorgeformt, z. B. in solchen Verdünnungsmitteln, welche auch in der anschließenden Polymerisation eingesetzt werden können. Nach

- K -
5.

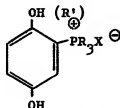
einer abgewandelten Methode werden die Katalysator-Vorproduktkomponenten zu Beginn des Polymerisationsverfahrens in Gegenwart eines Verdünnungsmittels und des als Ausgangsmaterial dienenden Ethylens miteinander in Berührung gebracht. Bei jeder der beiden Methoden werden die Katalysator-Vorproduktkomponenten mit Vorteil bei Temperaturen von 25 bis 100 °C kontaktiert. Die Reihenfolge des Zusammengebens von Nickelverbindung, Phosphin und Chinon kann beliebig sein.

10

Die Phosphin/Chinon-Addukte können zusätzlich mit z. B. einem Äquivalent anorganischer oder organischer Säure bzw. Alkylhalogenid - separat oder "in situ" - umgesetzt werden. Man erhält dann Phosphoniumsalze z. B. der Struktur IV mit $R' = \text{Alkyl } (C_1 \text{ bis } C_{10})$ und $X^\ominus = \text{Säureanion}$

15

(IV)



20

Diese Salze können ebenfalls als Katalysatorbestandteil gemeinsam mit nullwertigen Nickelverbindungen eingesetzt werden.

25

Das Lösemittel hat einen großen Einfluß auf das Reaktionsgeschehen. Um die Phosphin/Chinon-Addukte - zumindest teilweise - in Lösung zu bekommen, ist ein hydroxylgruppenhaltiges Solvens erforderlich, wie z. B. Wasser und ein- oder mehrwertige Alkohole. Typische Alkohole sind Methanol, Ethanol, Propanol, Isopropanol, Butanol, Ethylenglykol und Butandiol-(1.4).

30

Für die eigentliche Ethylenpolymerisation wird ein Aromat benötigt, wie z. B. Toluol, Benzol und Xylol. Zweckmäßigerweise wird von vornherein ein Gemisch aus 40 bis 90 Vol-% Aromat und 10 bis 60 Vol-% eines hydroxylgruppenhaltigen Solvens zur Katalysatorbereitung und anschlie-

35

- 3 -

- 6 -

Senden Polymerisation eingesetzt. Verwendet man nur eine der Lösemittelkomponenten allein, so ist die Katalysatoraktivität nur sehr gering, oder der Kontakt ist inaktiv. Lösemittelmengen von bis zu etwa 30 l/Mol Ethylen führen zu befriedigenden Ergebnissen.

Im allgemeinen wird eine Katalysatorkonzentration, bezogen auf Nickel, in dem Lösemittel von mindestens 0,001 Mol/l und vorzugsweise von 0,005 bis 0,05 Mol/l gewählt.

Es ist unkritisch, nach welcher speziellen Methode die Kontaktierung des Ethylens mit dem Katalysator im Verlauf der Polymerisation erfolgt. Gemäß einer besonderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Katalysatorbestandteile und das Lösemittel unter Ethylen oder einem Schutzgas, wie Stickstoff oder Argon, in einen Autoklaven oder einen ähnlichen Druckreaktor eingespeist, bei Verwendung eines Schutzgases wird dieses durch Ethylen verdrängt, und ein bestimmter Ethylen-
druck wird eingestellt. Das Reaktionsgemisch wird unter Rühren während der gewünschten Reaktionsdauer bei der Reaktionstemperatur und dem entsprechenden Druck gehalten.

Die Polymerisation wird bei Temperaturen von 50 bis 100 °C, vorzugsweise 70 bis 90 °C, und bei Überdrücken von 0,7 bis 350 bar, vorzugsweise 7 bis 150 bar, und besonders bevorzugt 40 bis 60 bar, durchgeführt.

Der Abbruch der Reaktion erfolgt im allgemeinen durch Abkühlen auf Raumtemperatur (25 °C) und Absenken des Ethylendrucks auf 1 bar (Normaldruck).

Die Polyethylenwachse können z. B. durch Filtration vom Lösemittelgemisch abgetrennt, mit z. B. Methanol gewaschen und an der Luft getrocknet werden.

Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Polyethylenwachse sind im allgemeinen solche mit hohem

Schmelzpunkt (ca. 100 bis 130 °C) und hoher Dichte (ca. 0,94 bis 0,96 g/cm³).

- Ihre Molekulargewichtsverteilungen sind sehr eng. Sie
 5 liegen im wesentlichen als lineare α -Olefine vor, d. h. als Wachse hoher Kristallinität. Sie enthalten keine oder nur geringfügige Mengen (< 5 Gew.%) an niedermolekularen flüssigen α -Olefinen. Sie sind u. a. in Bohnermassen, in Hochglanzwachsen (Autopflegemittel), in Druckfarben,
 10 als Papierbeschichtungsmittel und in Schmelzklebern einsetzbar [Seifen-Öle-Fette-Wachse 101, 259 und 263 (1975)].

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Beispiele und Vergleichsbeispiele erläutert.

- 15 Die analytischen Kenndaten wurden nach bekannten Methoden (Infrarotspektroskopie, Gelpermeationschromatografie, Viskositätszahl J nach DIN-Norm Nr. 53 728 vom März 1975) bestimmt.

20

Beispiele 1 bis 12 und Vergleichsbeispiele A bis C

- 2,5 mMol des Adduktes aus Triphenylphosphin und 1.4-Benzochinon werden in dem in Tabelle 1 angegebenen Lösemit-
 25 tel (Vergleichsbeispiele A bis C) bzw. in einem Lösemitelgemisch aus einem Aromaten und einem hydroxylgruppenhaltigen Solvens (Beispiele 1 bis 12) gelöst bzw. suspendiert. Anschließend gibt man unter Argon 2,5 mMol (0,7 g) Ni(COD)₂ hinzu. Die so erhaltene Lösung bzw. Suspension
 30 wird unter Stickstoff in einen 5 l-Stahlautoklaven eingefüllt. Man saugt mit einer Pumpe das Schutzgas ab, heizt während 5 Min. auf 70 bis 90 °C auf und drückt gleichzeitig langsam 10 bar Ethylen auf, wobei mit 1 000 U/Min. gerührt wird. Dann erhöht man den Druck auf 20
 35 bis 50 bar und polymerisiert 2,75 Stunden lang. Man kühlt auf Raumtemperatur, entspannt auf Normaldruck und läßt den Autoklaveninhalt ab. Das ausgefallene Wachs wird abfiltriert, mit 1 l Methanol gewaschen und an der Luft ge-

trocknet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 a zu finden, Tabelle 1 b faßt die analytischen Daten der Wachse zusammen. Das Lösemittel enthält keine flüssigen α -Olefine (gaschromatografischer Befund).

Tabelle 1 a

- 8 -

O.Z. 3539

Beispiel bzw. Ver- gl.Beisp.	Nr.	Lösemittel [ml] (Suspensionsmittel)	Temp [°C]	Druck [bar]	Katalysatoraktivität [g Wachs/g Ni-Stde]
1	1	450 Toluol + 50 Glykol	70	50	446
2	2	900 Toluol + 100 Glykol	70	50	309
3	3	900 Toluol + 100 Glykol	80	50	457
4	4	900 Toluol + 100 Glykol	90	50	82
5	5	900 Toluol + 100 Glykol	80	20	299
6	6	450 Toluol + 50 Butandiol-(1,4)	70	50	500
7	7	250 Toluol + 250 Butandiol-(1,4)	70	50	309
8	8	450 Toluol + 50 Methanol	70	50	193
9	9	900 Toluol + 100 Wasser	80	50	386
10	10	900 MARLOTHERM S + 100 Glykol	70	50	104
11	11	900 Benzol + 100 Glykol	70	50	525
12	12	900 Chlorbenzol + 100 Glykol	70	50	394
A	A	500 Toluol	70	50	0
B	B	500 Glykol	70	50	0
C	C	500 Butandiol-(1,4)	70	50	42

+ Die Werte der Katalysatoraktivität beziehen sich auf die Versuchsdauer von 2,75 Stdn.

030050/0451

O.Z. 3539

- 9 -

Tabelle 1 b Analytische Daten der Wachse aus Tabelle 1 a

Beisp. bzw. Vergl.-B. Nr.	Schmelz- punkt °C	Viskosi- tätsszahl J [cm ³ /g]	IR-Analyse [Anzahl/1000C]		Gelpermeationschromato-							
			Vinyl	Vinyliden tr. Vinylen	CH ₃	MN	MW	MV	U	gramm	$\frac{M_w}{M_n}$ [%]	$\frac{M_w}{M_n}$ [%]
1	113-114	11	3.9	0.09	0.24	7.7	1070	2050	1900	0.92	5.8	66.8
2	110-112	8	8.1	0.22	0.41	16.2	1130	2080	1940	0.84	4.7	66.4
3	109-110	29	4.7	0.16	0.30	11.4	1220	2230	2080	0.83	4.5	66.4
4	106-108	10	6.7	0.19	0.33	13.4	1170	2120	1970	0.81	4.1	66.8
5	107-109	10	7.7	0.21	0.22	13.5	1160	2160	1990	0.86	4.6	67.8
6+	112	11	6.0	0.13	0.35	11.5	1160	2120	1980	0.83	4.9	66.1
7	118	11	6.6	0.15	0.36	13.2	1280	2250	2100	0.75	3.7	66.0
8	106	15	5.3	0.10	0.18	9.0	1340	2940	2710	1.20	9.2	64.6
9	110-111	12	5.9	0.11	0.28	14.5	1390	2650	2460	0.9	5.5	66.6
10	104-105	11	5.3	0.21	0.24	11.1	1020	2210	2040	1.2	8.9	66.7
11	112-113	10	5.8	0.14	0.36	11.0	1130	2180	2030	0.93	6.1	66.4
12	111-112	6	6.7	0.2	0.44	13.9	918	2120	1950	1.3	12.9	63.6
0	121	5i	4.8	0.1	0.6	16.3	1180	2900	13000	18.4	77.0	89.1

+ Dichte: 0,96 g/cm³

030050/0451

Beispiele 13 bis 16

- In der in den Beispielen 1 bis 12 beschriebenen Apparatur werden verschiedene, separat synthetisierte Addukte aus tert. Phosphinen und Chinonen eingesetzt. Als Lösemittel dient ein Gemisch aus 450 ml Toluol und 50 ml 1.4-Butandiol. Reaktionsbedingungen: 70 °C, 50 bar Ethylen-
 10 Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 a und 2 b zusammengestellt. Flüssige α -Olefine fallen nicht an.

Tabelle 2 a

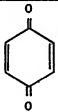
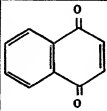


Beispiel Nr.	Schönberg-Addukt aus Chinon und R_3P	Katalysatoraktivität [g Wachs/g Ni-Stde.]
13		$(HOCH_2)_3P$ 39
14		$(C_6H_5)_3P$ 345
15		$(C_6H_5)_3P$ 10
16		$(C_6H_5)_3P$ 822

Tabelle 2 b Analytische Daten der Wachse aus Tabelle 2 a

Beisp. Nr.	Schmelz- punkt [°C]	Viskositäts- zahl J [cm ³ /g]	IR-Analyse [Anzahl/1000C]			Gelpermeationschromato- gramm					
			Vinyl	Vinyliden	tr. Vinylen	CH ₃	MN	MW	MV	U	$\frac{MW}{U}$ [%]
13	116	40	3.5	0.09	<0.01	11.4	1330	4060	3380	2.1	15.7
14	115-116	15	6.3	0.2	<0.01	21.9	1020	2370	2180	1.3	11.7
15	108	6	8.0	0.15	<0.01	12.3	854	1530	1430	0.79	5.1
16	124-125	53	2.4	0.04	0.14	4.6	2760	17700	13600	5.4	32.4

030050/0451

2923206

- 1/2 -
- 1/3 -

Beispiele 17 bis 21

Diese Beispiele behandeln die "in situ"-Arbeitsweise.

Dabei löst man 2.5 mMol eines Chinons und 2.5 mMol

- 5 Triphenylphosphin in einem Gemisch aus 450 ml Toluol und 50 ml 1.4-Butandiol. Die Reaktionsbedingungen sind wie in den Beispielen 13 bis 16 beschrieben. Flüssige α -Olefine werden nicht erhalten. Ergebnisse siehe Tabelle 3 a und 3 b.

10

Tabelle 3 a

	Beispiel Nr.	Chinon	Katalysatoraktivität
			\sqrt{g} Wachs/g Ni-Stde.7
15	17	Benzochinon-(1.4)	546
	18	Naphthochinon-(1.4)	50
	19	Anthrachinon-(9.10)	169
	20	Chloranil	686
20	21	Tetramethoxi-benzochinon-(1.4)	69

Tabelle 3 b Analytische Daten der Wachse aus Tabelle 3 a

Beisp. Nr.	Schmelz- punkt [°C]	Viskositäts- zahl J [cm ³ /g]	IR-Analyse [Anzahl/1000C]			Gelpermeationschromato- gramm						
			Vinyl	Vinyliden	tr. Vinylen	CH ₃	MN	MW	MV	U	$\frac{M_n}{M_w} [\%]$	$\frac{M_w}{M_n} [\%]$
17	108	17	8.7	0.28	0.37	17.4	734	1590	1460	1.2	10.6	64.8
18	118	11	3.2	<0.01	<0.01	17.7	1680	4280	3880	1.6	11.8	67.3
19	119	27	4.2	0.08	0.88	10.0	1080	2730	2420	1.5	12.1	72.0
20	117	23	5.0	0.21	<0.01	10.9	1460	3370	3110	1.3	10.0	64.4
21	118	17	5.4	0.12	0.17	10.5	1920	4100	3780	1.1	8.4	65.5

5

10

030050/0451

2923206

Beispiele 22 und 23

Chloranil und Triphenylphosphin werden im Gemisch aus 450 ml Toluol und 50 ml 1.4-Butandiol vereinigt. Danach
 5 fügt man 2.5 mMol Ni(COD)_2 hinzu. Polymerisiert wird unter den in den Beispielen 13 bis 16 angegebenen Reaktionsbedingungen.

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 4 a und 4 b zusammen-
 10 gestellt. Zu Vergleichszwecken wurde das Beispiel 20 mit in die Tabelle aufgenommen. Flüssige α -Olefine werden nicht erhalten.

Tabelle 4 a

15

20

25

Beispiel Nr.	mMol $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{P}$	mMol Chloranil	Katalysatoraktivität /g Wachs/g Ni-Stde.
20	2.5	2.5	686
22	1.25	2.5	37
23	2.5	1.25	108

Tabelle 4 b Analytische Daten der Wachse aus Tabelle 4 a

Beisp. Nr.	Schmelz- punkt °C	Viskositäts- zahl $J \text{ cm}^3/\text{g}$	IR-Analyse $\left[\frac{\text{Anzahl}}{\text{Vinyliden tr. Vinylen}} \right]$		Gelpermeationschromato-			gramm		$\frac{M_w}{M_n}$	$\frac{M_w}{M_n} \left[\frac{\%}{\%} \right]$	$\frac{M_w}{M_n} \left[\frac{\%}{\%} \right]$
			Vinyl	CH ₃	MN	MW	MV	U	U			
20	117	23	5.0	0.21	10.9	1460	3370	3110	1.3	10.0	64.4	
22	118	15	4.3	0.09	8.3	1619	4360	3950	1.7	13.0	66.9	
23	68	nicht meßbar	12.9	0.34	29.1	415	680	640	0.6	0.8	63.3	

030050/0451

2923206

Beispiele 24 und 25

2,5 mMol des separat synthetisierten Komplexes aus 1.4-Benzochinon und Triphenylphosphin werden in 450 ml Toluol/
 5 50 ml 1.4-Butandiol gelöst und eine äquimolare Menge Essigsäure bzw. Methyljodid hinzugefügt. Nach Zugabe von 2.5 mMol Ni(COD)_2 wird wie bei den Beispielen 13 bis 16 polymerisiert:

10 Ergebnisse siehe Tabellen 5 a und 5 b.

Tabelle 5 a

15	Beispiel	Säure bzw.	Katalysatoraktivität
	Nr.	Alkylhalogenid	/g Wachs/g Ni-Stde./
	24	CH_3COOH	255
20	25	CH_3J	250

Tabelle 5 b Analytische Daten der Wachse aus Tabelle 5 a

Beisp. Nr.	Schmelz- punkt °C	Viskositäts- zahl J [cm ³ /g]	IR-Analyse [Anzahl/1000C]			Gelpermeationschromato-				
			Vinyl	Vinyliden	tr. Vinylen	CH ₃	MN	MW	MV	gramm
24	114	4	8.3	0.21	0.42	17.5	1260	2220	2100	0.76
25	112	4	9.7	0.25	0.34	19.2	1030	2040	1910	0.97

5

10

030050/0451

- 18 -

2923206


- 18 -
- 19 -

Vergleichsbeispiele D bis F

- 5 Je 2,5 mMol Triphenylphosphin-alkylen bzw. -acylmethylen und Ni(COD)_2 werden in 900 ml Toluol/100 ml Ethylenglykol gelöst. Man polymerisiert dann unter den bei den Beispielen 13 bis 16 angegebenen Reaktionsbedingungen.

Die Temperaturbedingungen und Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 6 a und 6 b zusammengestellt.

Tabelle 6 a

Vergl. Beisp. Nr.	Alkylen- bzw. Acylenrest im Phosphin	Temp. °C/	Katalysatoraktivität /g Wachz/g Ni-Stds./	flüssige α -Olefine
D		70	448	15 % " α -Olefine" bis C ₃₀ im Gesamtprodukt
E	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH} - \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$	70	162	52 % " α -Olefine" bis C ₃₀ im Gesamtprodukt
F	"	80	135	47 % " α -Olefine" bis C ₃₀ im Gesamtprodukt

030050/0451

Tabelle 6 b Analytische Daten der Wachse aus Tabelle 6 a

Vergl. Beisp. Nr.	Schmelzpunkt °C	Viskositätszahl η $\frac{\text{cm}^3}{\text{g}}$	IR-Analyse		Gelpermeationschromatogramm				
			Vinyl	$\frac{\text{Anzahl}}{\text{Vinyliden}}$ tr. Vinylen	CH ₃	MN	MV	U	$\frac{\text{MW}}{\text{U}}$ 5
D	108-109	10	7.2	0.24	1.3	985	2010	1830	1.0
E	78-80	6	9.7	0.26	0.21	551	993	925	0.8
F	78-80	2	9.0	0.33	0.14	691	1180	1090	0.7
									69.8
									64.9
									67.9